



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 46 292 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 16 H 61/06

②① Aktenzeichen: 195 46 292.0
②② Anmeldetag: 12. 12. 95
④③ Offenlegungstag: 19. 6. 97

⑦① Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑦② Erfinder:
Staiger, Kai, 88074 Meckenbeuren, DE; Dreibholz,
Ralf, 88074 Meckenbeuren, DE; Frotscher, Gerd,
88048 Friedrichshafen, DE

⑤④ Verfahren zur automatisierten Abstimmung des Befüllvorganges von Schaltelementen

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zur automatisierten Abstimmung des Befüll- und Anlegevorganges von hydraulisch betätigbaren und hydraulisch bzw. elektronisch einzeln ansteuerbaren Schaltelementen vorgeschlagen. Der Befüll- und Anlegevorgang ist in eine Schnellfüllphase und eine Füllausgleichsphase aufgeteilt und weist wenigstens eine Schnellfüllzeit, einen Schnellfülldruck, eine Füllausgleichszeit und einen Füllausgleichsdruck als Parameter auf. Zu deren Optimierung werden zwei der vier Parameter vorgegeben und für die anderen zwei Parameter wird mittels eines vorgegebenen zeitabhängigen Druckverlaufes, bei dem auf die Schnellfüllphase und die Füllausgleichsphase eine Druckanstiegsphase folgt, ein optimaler Wert zunächst für einen ersten zu optimierenden Parameter bestimmt. Hierzu wird, ausgehend von einem jeweiligen vorgebbaren Anfangswert, dieser schrittweise so lange verändert wird, bis eine Drehzahländerung mit oder vor Beginn der Druckanstiegsphase erfolgt. Der weitere zu optimierende Parameter wird bestimmt, indem bei dem optimalen Wert des ersten zu optimierenden Parameters und ausgehend von dem jeweiligen vorgebbaren Anfangswert dieser Parameter schrittweise so lange verändert wird, bis eine Drehzahländerung vor oder wenigstens annähernd gleichzeitig mit dem Beginn der Druckanstiegsphase erfolgt.

DE 195 46 292 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 195 46 292 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatisierten Abstimmung des Befüll- und Anlegevorganges von hydraulisch bzw. elektronisch einzeln ansteuerbaren Schaltelementen.

Bei Automatikgetrieben mit hydraulisch betätigten Schaltelementen, welche einen Schaltkolben aufweisen, der sich in einem Kolbenraum bewegt und an ein Lamellenpaket angelegt wird, muß zur Durchführung einer Schaltung der zunächst mehr oder weniger luftgefüllte Kolbenraum mit Öl befüllt werden, bevor der Schaltkolben definiert an das Lamellenpaket angelegt wird. Dieser Befüll- und Anlegevorgang eines Schaltelementes wird üblicherweise in eine Schnellfüllphase und eine Füllausgleichsphase aufgeteilt. In der Schnellfüllphase wird das fast völlig oder teilweise leergelaufene Schaltelement mit Öl befüllt, und in der anschließenden Füllausgleichsphase wird der Schaltkolben definiert, mit geringer Last, an das Lamellenpaket angelegt.

Es ist allgemein aus umfangreichen empirischen Untersuchungen bekannt, daß die Präzision dieses Vorgangs und insbesondere ein exakt abgestimmter Anlegedruck einen sehr großen Einfluß auf die Schaltqualität haben.

In der Praxis erweist es sich bei der Abstimmung eines Getriebes immer wieder als problematisch, daß die Abstimmparameter des Befüllvorganges, bedingt durch notwendige Fertigungstoleranzen, von Getriebe zu Getriebe unterschiedlich sind. Da sich darüber hinaus die Toleranzen aufgrund von Alterung und Verschleiß mit der Zeit ändern, sind die Abstimmparameter des Befüllvorganges auch zeitabhängig.

Bei der Schnellfüllphase, welche dazu dient, den leergelaufenen bzw. teilweise leergelaufenen Kolbenraum mit Öl zu befüllen, ist beispielsweise die fertigungsbedingt notwendige Toleranz des Luftspiels, d. h. der Weg des Schaltkolbens zu den Lamellen, neben Fertigungstoleranz als Störgröße anzusehen. Nimmt das Luftspiel beispielsweise infolge eines Lamellenverschleißes zu, muß die Dauer der Schnellfüllphase verlängert werden, um den zusätzlichen Ölbedarf zu decken und den Anlegevorgang exakt durchzuführen.

Mit den bisherigen aus der Praxis bekannten Verfahren, den Getrieben eines Typs eine einheitliche Abstimmung zu geben, kann dies nicht in gewünschtem Maße erreicht werden.

Ebenso ist der notwendige Füllausgleichsdruck von einer Reihe von Parametern abhängig. So muß der Füllausgleichsdruck bei Verwendung von Tellerfedern beispielsweise mit zunehmender Tellerfedersteifigkeit und mit zunehmender Kolbenreibung angehoben werden, um den Schaltkolben exakt an den Lamellen anzulegen.

Auch Abweichungen von Druckreglern verschlechtern die Schaltqualität, weshalb eine Korrektur des Füllausgleichsdruckes entsprechend den Druckreglerabweichungen erforderlich ist, um den Schaltkolben nach der Befüllung mit einer erforderlichen geringen Last zur Anlage an dem Lamellenpaket zu bringen.

Eine einheitliche Abstimmung der Getriebe eines Typs führt somit zwangsläufig zu Schaltungen mit geminderter Qualität.

Aus der EP 0 435 377 ist ein Verfahren zum Regeln des Wechsels von einem niedrigen Geschwindigkeitsverhältnis zu einem höheren Geschwindigkeitsverhältnis zwischen der Eingangs- und Ausgangswelle eines Automatikgetriebes mit Schaltelementen bzw. einer einrückenden und einer ausrückenden, fluiddruckbetrie-

benen, drehmomentübertragenden Vorrichtung bekannt. Dabei wird der Druckverlauf über der Zeit bei einem Befüll- und Anlegevorgang der hydraulisch betätigten Schaltelemente mit Hilfe eines adaptiven Schemas den Getriebebedingungen angepaßt.

Bei im wesentlichen geschlossener Motordrossel wird hierzu zunächst die ausrückende, drehmomentübertragende Vorrichtung außer Eingriff gebracht, indem ihr Betriebsdruck vor einem Wechsel bzw. einer Änderung reduziert wird, die einrückende, drehmomentübertragende Vorrichtung außer Eingriff gebracht wird, indem ein Einrück-Befehlsdruck für eine vorher definierte Füllperiode angewandt wird. Dabei wird der Einrück-Befehlsdruck auf einen anfänglichen Wert eingestellt und nachfolgend in einer Regelungsperiode mit geschlossener Schleife geregelt, um einen fortschreitenden Eingriff der einrückenden, drehmomentübertragenden Einrichtung zu bewirken. Das Auftreten einer Zunahme des Einrück-Befehlsdruckes über einen vorher bestimmten Wert während der Regelungsperiode oder eine mäßige Füllung der einrückenden Übertragungsvorrichtung wird durch das Messen einer Geschwindigkeitsabweichung festgestellt. Entsprechend dieser Feststellung wird ein erster gespeicherter Parameter eingestellt, der sich auf den Wert des anfänglichen Einrück-Befehlsdruckes bezieht, um den anfänglichen Einrück-Befehlsdruck zu erhöhen oder einen zweiten gespeicherten Parameter einzustellen, der sich auf die Länge der Füllperiode bezieht, um die Füllperiode zu verlängern.

Dieses vorgeschlagene Verfahren bietet den Vorteil, daß die Schaltqualität analysiert wird und erforderliche Anpassungen bezüglich Druck und Zeit bei der Befüllung berechnet und den nachfolgenden Schaltungen zugrunde gelegt werden, wodurch deren Qualität optimiert wird.

Nachteilhafterweise ist bei diesem bekannten Verfahren jedoch in allen Fahrzuständen eine Lernphase notwendig, um einen optimalen Schaltkomfort zu erreichen. Bei Neugetrieben, nach einem Getriebeaustausch oder nach Getriebereparaturen ist die Schaltqualität bei Anwendung dieses bekannten Abstimmverfahrens folglich anfangs beeinträchtigt.

In diesem Zusammenhang sind auch die Adaptionsverfahren nach der EP 0 435 374 und der EP 0 435 378 zu nennen, welche ebenfalls den Nachteil aufweisen, daß die Optimierung von Parametern aufgrund eines notwendigen Lernprozesses nur deutlich verzögert auf den Prozeß einwirkt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem individuell für jedes Getriebe die Befüllung der einzelnen Schaltelemente von Anfang an mit optimalen Parametern erfolgt, um eine optimale Schaltqualität zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, daß die für den Befüll- und Anlegevorgang bestimmenden Parameter, nämlich die Schnellfüllzeit, der Schnellfülldruck, die Füllausgleichszeit und der Füllausgleichsdruck, individuell für jedes Getriebe und entsprechend der Toleranz der einzelnen Bauteile mit dessen Inbetriebnahme des Getriebes exakt eingestellt werden. Damit wird für jedes Getriebe eine sofortige optimale Schaltqualität gewährleistet.

Auch die Optimierung der Befüllvorgänge bei Getrieben mit relativ großen Toleranzen ist mit dem erfin-

dungsgemäßen Verfahren problemlos möglich.

Des weiteren kann mit dem Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens vorteilhafterweise anstelle einer empfindlichen und aufwendigen geregelten Lastübernahme eine gesteuerte Lastübernahme erfolgen.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm eines Druckverlaufes über der Zeit mit den Phasen einer Befüllung;

Fig. 2 eine Vorgabe eines Druckregler-Stromes bzw. des theoretischen Druckverlaufes zur Ermittlung eines optimalen Füllausgleichsdruckes und

Fig. 3 eine Vorgabe eines Druckregler-Stromes bzw. eines theoretischen Druckverlaufes zur Ermittlung einer optimalen Schnellfüllzeit.

Bezug nehmend auf Fig. 1 bis 3 ist nachfolgend ein Verfahren zur automatisierten Abstimmung des Befüllungsvorganges von hydraulisch betätigten Schaltelementen beschrieben, wobei das Verfahren ausschließlich auf Größen wie dem Druckregler-Strom, Zeiten und verschiedenen Drehzahlen basiert, welche der Getriebe- steuerung bereits bekannt sind.

Der Befüllungsvorgang eines Schaltelementes wird jeweils durch vier Parameter, nämlich eine Schnellfüllzeit T_{SF} , einen Schnellfülldruck p_{SF} , eine Füllausgleichs- zeit T_{FA} und einen Füllausgleichsdruck p_{FA} , be- schrieben.

Der Befüll- und Anlegevorgang von hydraulisch betätigten Schaltelementen beginnt zunächst mit einer Schnellfüllphase SFP, die von einer Füllausgleichsphase FAP gefolgt wird. Am Ende der Füllausgleichsphase schließt sich eine Druckanstiegsphase DAP an, welche als mit der Zeit ansteigende Druckrampe wiedergegeben werden kann, wie den Figuren zu entnehmen ist.

Bezug nehmend auf Fig. 1 sind die allgemein bekann- ten Phasen einer Befüllung in Form eines Druckverlaufes in Abhängigkeit der Zeit wiedergegeben. Dabei wird mit Beginn der Schnellfüllphase SFP ein Schnellfüll- druck p_{SF} aufgebracht, welcher während der gesam- ten Schnellfüllzeit T_{SF} wenigstens annähernd konstant bleibt. Am Ende der Schnellfüllphase SFP verzeichnet die Druckverlaufskurve einen Sprung und setzt sich mit dem konstant verlaufenden Füllausgleichsdruck p_{FA} während der gesamten sich anschließenden Füllaus- gleichsphase FAP, welche der Füllausgleichszeit T_{FA} entspricht, fort. Am Ende der Füllausgleichsphase FAP erfolgt ein konstanter Druckanstieg in der Druckan- stiegsphase DAP, wobei der Übergang von der Füllaus- gleichsphase FAP zur Druckanstiegsphase DAP durch eine Drehzahländerung gekennzeichnet ist.

Optimalerweise ist somit das jeweilige Schaltelement mit Ende der Füllausgleichsphase FAP befüllt. Ist der Kolbenraum infolge fertigungsbedingter Toleranzen bereits während der Schnellfüllphase SFP oder in einem frühen Stadium der Füllausgleichsphase FAP befüllt, oder wird der Befüllungsvorgang erst während der Druckanstiegsphase DAP beendet, so vollzieht sich der Schaltvorgang ruckartig, was allgemein als störend empfunden wird.

Um den Schaltvorgang dahingehend zu optimieren, daß die Befüllung des Schaltelementes mit Ende der Füllausgleichsphase abgeschlossen ist, müssen die Schnellfüllzeit T_{SF} , der Schnellfülldruck p_{SF} , die Füllausgleichszeit T_{FA} und der Füllausgleichsdruck p_{FA} entsprechend optimiert werden. Hierzu werden zwei der genannten vier Parameter vorgegeben, um für

die verbleibenden zwei Parameter einen optimalen Wert $p_{FA,opt}$, $T_{FA,opt}$, $p_{SF,opt}$, $T_{SF,opt}$ bestim- men zu können.

Im folgenden wird dieses Optimierungsverfahren zur Ermittlung eines optimalen Füllausgleichsdruckes $p_{FA,opt}$ und einer optimalen Schnellfüllzeit $T_{SF,opt}$ beschrieben.

Eine Voraussetzung zur Durchführung des Verfah- rens ist, daß der Schnellfülldruck p_{SF} und die Füllaus- gleichszeit T_{FA} vorgegeben werden.

Außerdem ist es zweckmäßig, wenn aus Grenzmus- teruntersuchungen untere und obere Grenzwerte für die zu optimierenden Parametern p_{FA} , T_{SF} bekannt sind. Diese Grenzwerte werden empirisch in Versuchen mit Getrieben, welche maximale Toleranzen oder mini- male Toleranzen aufweisen, ermittelt und stellen Ex- tremwerte mit einer äußerst schlechten Schaltqualität dar. Die unteren Grenzwerte der jeweiligen Parameter werden mit $p_{FA,min}$, $T_{FA,min}$, $p_{SF,min}$ und $T_{SF,min}$ bezeichnet, die empirisch ermittelten oberen Grenzwerte der Parameter tragen entsprechend die Be- zeichnungen $p_{FA,max}$, $T_{FA,max}$, $p_{SF,max}$ und $T_{SF,max}$.

Eine weitere Voraussetzung zur Durchführung des Verfahrens besteht darin, daß das Schaltelement, dessen Befüllparameter festgelegt werden sollen, jeweils ein- zeln hydraulisch bzw. elektrisch ansteuerbar ist. Die ein- zelne Ansteuerbarkeit des jeweiligen Schaltelementes ist deshalb Voraussetzung, da jedes Schaltelement seine eigenen Toleranzen aufweist und auch jeweils optimal eingestellt werden soll.

Des weiteren muß sich beim Schließen dieses Schalt- elementes eine meßbare und dem Schaltelement ein- deutig zuordnungs- bare Drehzahländerung ergeben. Der Beginn der Drehzahländerung am Übergang von der Füllausgleichsphase FAP zur Druckanstiegsphase DAP kann entweder durch eine Abweichung der Dreh- zahl von einem Mittelwert oder durch das Entstehen eines Drehzahlgradienten oder durch eine Kombination von beiden bestimmt werden. Gibt man beispielsweise eine konstante Motordrehzahl vor, so bestimmt diese einen konstanten Systemdruck. Erfolgt nun eine Druck- änderung, so muß sich eine damit eindeutig in Zusam- menhang stehende Drehzahländerung am Schaltele- ment einstellen. Hierzu müssen die Drehzahl und der Druckregler-Strom stets überwacht werden.

Als weitere Voraussetzung wird zudem festgelegt, um welchen Betrag der Schnellfülldruck p_{SF} über dem Füllausgleichsdruck p_{FA} zu liegen hat. Die Differenz zwischen diesen Drücken wird anhand von Vorversu- chen ermittelt und wird in dem vorliegenden Ausführ- ungsbeispiel mit 1 bar angesetzt.

Ebenfalls anhand von Vorversuchen wird als weitere Voraussetzung zur Durchführung des Verfahrens fest- gelegt, wie lange die Füllausgleichszeit des Schaltele- mentes zu sein hat. Im vorliegenden Ausführungsbei- spiel wird die Füllausgleichszeit T_{FA} mit 150 ms fest- gelegt.

Zur Durchführung des Optimierungsverfahrens wird zunächst die Getriebetemperatur auf einem definierten Niveau eingestellt. Danach wird das Getriebe in einen derartigen Zustand gebracht, daß sich beim Schließen des einzustellenden Schaltelementes eine meßbare Drehzahländerung einstellt. Hierzu können beispie- lweise weitere Schaltelemente geschlossen werden, so daß beim Schließen des einzustellenden Schaltelemen- tes ein Gang eingelegt wird, im Getriebe eine Blockie- rung eintritt oder ein Getriebeelement hochtourig ge-

fahren wird. Durch das Öffnen der anderen Schaltelemente wird eine Seite des einzustellenden Schaltelementes auf eine definierte Ausgangsdrehzahl gebracht. Auf der anderen Seite des Schaltelementes, auf der sich der vorgegebene Druck auswirkt, muß die Drehzahl meßbar sein.

Des weiteren wird die Motordrehzahl so weit angehoben, daß ein Einfluß des Systemdrucks beim Befüllen des Schaltelementes ausgeschlossen ist. Hierzu wird die Motordrehzahl auf einen Betrag von beispielsweise über 1500 U/min gebracht.

Bezug nehmend auf Fig. 2 wird nun zur Ermittlung des Füllausgleichsdruckes p_{FA} ein theoretischer Druckverlauf bzw. Druckregler-Strom vorgegeben, welcher eine sehr kurze Schnellfüllphase SFP mit etwa 40 ms aufweist, um die Hysterese der Druckregler so wie bei einer realen Schaltung einzustellen. Der Schnellfülldruck p_{SF} soll um 1 bar über dem Füllausgleichsdruck p_{FA} liegen. Für die Füllausgleichsphase FAP wird ein langer Zeitabschnitt von 3 s Dauer angenommen. Die Höhe des zu optimierenden Füllausgleichsdruckes p_{FA} bleibt variabel.

Die Druckrampe bzw. die Druckanstiegsphase DAP weist einen Gradienten von 30 bar/s entsprechend den schnellsten Druckrampen bei Schaltungen auf.

Zur Ermittlung des optimalen Füllausgleichsdruckes $p_{FA, opt}$ wird nun ein Druckregler gemäß dem vorgegebenen Druckregler-Strom nach Fig. 2 angesteuert.

Zunächst wird für den Füllausgleichsdruck bzw. den dazugehörenden Strom ein Anfangswert $p_{FA, a}$ angesetzt, welcher niedriger ist als der vorher empirisch ermittelte untere Grenzwert $p_{FA, min}$. In diesem Falle muß dann die Drehzahländerung nach dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP bzw. Druckregler-Strom-Rampe erfolgen. Tritt beim Übergang von der Füllausgleichsphase FAP zur Druckanstiegsphase DAP bzw. nach dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP keine Drehzahländerung auf, ist das Schaltelement oder dessen Ansteuerung defekt.

Je nach zu optimierenden Parametern wird also unabhängig von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ein Anfangswert $p_{FA, a}$, $T_{FA, a}$, $p_{SF, a}$, $T_{SF, a}$ vorgegeben, welcher zweckmäßigerweise kleiner als der jeweils empirisch ermittelte untere Grenzwert $p_{FA, min}$, $T_{FA, min}$, $p_{SF, min}$, $T_{SF, min}$ ist, jedoch ist dies keine zwingende Voraussetzung zur Durchführung des Optimierungsverfahrens.

Wieder Bezug nehmend auf die Optimierung des Füllausgleichsdruckes p_{FA} gemäß Fig. 2 wird nun der Anfangswert $p_{FA, a}$ des Füllausgleichsdruckes schrittweise in Intervallen von 0,1 bis 0,2 bar angehoben, wobei die Drehzahländerung immer früher erfolgt. Anfangs tritt die Drehzahländerung noch während der Druckanstiegsphase DAP bzw. Druckregler-Strom-Rampe auf, was bedeutet, daß der eingestellte Füllausgleichsdruck p_{FA} noch zu niedrig ist. Bei einem bestimmten Füllausgleichsdruck $p_{FA, opt}$ erfolgt die Drehzahländerung vor oder mit dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP vor dem Einsetzen der Druckregler-Strom-Rampe. Der Füllausgleichsdruck ist der Druck, bei dem zum ersten Mal die Drehzahländerung mit Beginn der Druckanstiegsphase oder vorher erfolgt.

Liegt der ermittelte optimale Füllausgleichsdruck $p_{FA, opt}$ über dem vorher empirisch ermittelten oberen Grenzwert $p_{FA, max}$ für den Füllausgleichsdruck p_{FA} , so ist jedoch das Schaltelement oder dessen Ansteuerung möglicherweise defekt, auf jeden Fall außerhalb der zulässigen Toleranz.

Entsprechendes gilt allgemein, wenn ein jeweils ermittelter optimaler Parameter $p_{FA, opt}$, $T_{FA, opt}$, $p_{SF, opt}$, $T_{SF, opt}$ über dem entsprechenden empirisch ermittelten oberen Grenzwert $p_{FA, max}$, $T_{FA, max}$, $p_{SF, max}$ bzw. $T_{SF, max}$ liegt.

Zu den vorgegebenen Parametern Schnellfülldruck p_{SF} und Füllausgleichszeit T_{FA} sowie dem ermittelten optimalen Füllausgleichsdruck p_{FA} wird nun die optimale Schnellfüllzeit T_{SF} ermittelt.

Hierzu wird gemäß Fig. 3 ein theoretischer Druckverlauf bzw. Druckregler-Strom mit einer Schnellfüllphase SFP von variabler Dauer, mit einem Schnellfülldruck p_{SF} , der um 1 bar höher ist als der Füllausgleichsdruck p_{FA} , mit einer Füllausgleichsphase, deren Füllausgleichszeit z. B. T_{FA} 150 ms beträgt, und mit einer Druckanstiegsphase, welche eine Druckrampe mit einem Gradienten von 30 bar/s entsprechend den schnellsten Druckrampen bei Schaltungen aufweist, vorgegeben.

Mit den vorgegebenen Parametern p_{SF} , T_{FA} und dem ermittelten optimalen Füllausgleichsdruck $p_{FA, opt}$ wird nun zunächst ein Anfangswert $T_{SF, a}$ angesetzt, welcher wiederum zweckmäßigerweise kleiner als der empirisch ermittelte untere Grenzwert $T_{SF, min}$ ist. Die Drehzahländerung muß nun nach dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP erfolgen, ansonsten ist das Schaltelement oder dessen Ansteuerung defekt.

Analog zu der zuvor beschriebenen Ermittlung des optimalen Füllausgleichsdruckes $p_{FA, opt}$ wird der Wert für die Schnellfüllzeit T_{SF} schrittweise in Intervallen angehoben, wobei die Drehzahländerung immer früher erfolgt. Die Drehzahländerung tritt dabei zunächst noch während der Druckanstiegsphase auf, was bedeutet, daß die eingestellte Schnellfüllzeit T_{SF} noch zu kurz ist. Bei einer bestimmten Füllausgleichszeit $T_{SF, opt}$ erfolgt die Drehzahländerung gleichzeitig bzw. annähernd gleichzeitig mit dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP und stellt somit die optimale Füllausgleichszeit für das Schaltelement dar.

Liegt die ermittelte optimale Schnellfüllzeit T_{SF} über dem vorher empirisch ermittelten oberen Grenzwert $T_{SF, max}$, ist davon auszugehen, daß das Schaltelement oder dessen Ansteuerung möglicherweise defekt, auf jeden Fall außerhalb der zulässigen Toleranz ist.

Analog zu dem beschriebenen Verfahren können anstelle der Schnellfüllzeit T_{SF} und des Füllausgleichsdruckes p_{FA} selbstverständlich auch die Parameter Schnellfülldruck p_{SF} und Füllausgleichszeit T_{FA} optimiert werden.

Bei Fahrzeuginspektionen wird dieses Verfahren zweckmäßigerweise bei blockiertem bzw. stehendem Getriebeabtrieb durchgeführt. Das Verfahren läßt sich somit sowohl auf einem Getriebeprüfstand nach der Getriebefertigung am Band unmittelbar nach der Getriebefertigung als auch bei Inspektionen eines Pkw in der Werkstatt einsetzen.

In einer anderen Ausführungsform kann das Verfahren jedoch selbstverständlich auch mit laufendem Getriebeabtrieb, beispielsweise während der Fahrt, durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatisierten Abstimmung des Befüll- und Anlegevorganges von hydraulisch betätigbaren und hydraulisch bzw. elektronisch einzeln

ansteuerbaren Schaltelementen, deren Befüll- und Anlegevorgang in eine Schnellfüllphase (SFP) und eine Füllausgleichsphase (FAP) aufteilbar ist und wenigstens eine Schnellfüllzeit (T_{SF}), einen Schnellfülldruck (p_{SF}), eine Füllausgleichszeit (T_{FA}) und einen Füllausgleichsdruck (p_{FA}) als Parameter aufweist, zu deren Optimierung zwei der vier Parameter (T_{SF} , p_{SF} , T_{FA} , p_{FA}) vorgegeben werden und für die anderen zwei Parameter mittels eines vorgegebenen, zeitabhängigen Druckverlaufes, bei dem auf die Schnellfüllphase (SFP) und die Füllausgleichsphase (FAP) eine Druckanstiegsphase (DAP) folgt, ein optimaler Wert ($p_{FA,opt}$, $T_{FA,opt}$, $p_{SF,opt}$, $T_{SF,opt}$) des ersten zu optimierenden Parameters derart bestimmt wird, daß, ausgehend von einem jeweiligen vorgebbaren Anfangswert ($p_{FA,a}$, $T_{FA,a}$, $p_{SF,a}$, $T_{SF,a}$), dieser Wert schrittweise so lange verändert wird, bis eine Drehzahländerung mit Beginn der Druckanstiegsphase (DAP) erfolgt und der weitere zu optimierende Parameter bestimmt wird, daß bei dem optimalen Wert ($p_{FA,opt}$, $T_{FA,opt}$, $p_{SF,opt}$, $T_{SF,opt}$) des ersten zu optimierenden Parameters und ausgehend von dem jeweiligen vorgebbaren Anfangswert ($p_{FA,a}$, $T_{FA,a}$, $p_{SF,a}$, $T_{SF,a}$) dieser Parameter schrittweise so lange verändert wird, bis eine Drehzahländerung wenigstens annähernd gleichzeitig mit dem Beginn der Druckanstiegsphase DAP erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgebbaren Anfangswerte ($p_{FA,a}$, $T_{FA,a}$, $p_{SF,a}$, $T_{SF,a}$) jeweils empirisch ermittelte Grenzwerte ($p_{FA,max}$, $T_{FA,max}$, $p_{SF,max}$, $T_{SF,max}$) sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement oder dessen Ansteuerung als defekt erkannt wird, wenn

- a) bei der Anhebung eines Parameterwertes zur Ermittlung des jeweils optimalen Wertes ($p_{FA,opt}$, $T_{FA,opt}$, $p_{SF,opt}$, $T_{SF,opt}$) nach dem Beginn der Druckanstiegsphase (DAP) keine Drehzahländerung erfolgt und/oder
- b) der ermittelte optimale Wert ($p_{FA,opt}$, $T_{FA,opt}$, $p_{SF,opt}$, $T_{SF,opt}$) außerhalb eines jeweils empirisch ermittelten Toleranzbereichs ($p_{FA,min}$, $T_{FA,min}$, $p_{SF,min}$, $T_{SF,min}$) liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß beim Schließen des jeweiligen Schaltelementes eine meßbare und diesem Schaltelement eindeutig zuordnungsbare Drehzahländerung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahländerung durch eine Abweichung der Drehzahl von einem Mittelwert und/oder durch das Entstehen eines Drehzahlgradienten bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter (T_{SF} , p_{SF} , T_{FA} , p_{FA}) bei einer definierten Getriebe-temperatur optimiert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebenen zwei der vier Parameter (T_{SF} , p_{SF} , T_{FA} , p_{FA}) empirisch ermittelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert des Schnell-

fülldruckes (p_{SF}) so gewählt wird, daß er um einen vordefinierten Betrag über dem des Füllausgleichsdruckes (p_{FA}) liegt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Optimierung der Parameter (T_{SF} , p_{SF} , T_{FA} , p_{FA}) die Drehzahl eines mit den Schaltelementen zusammenwirkenden Motors so weit angehoben wird, daß ein Systemdruckeinfluß ausgeschlossen ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit den Schaltelementen zusammenwirkender Getriebeabtrieb während des Optimierens der Parameter blockiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

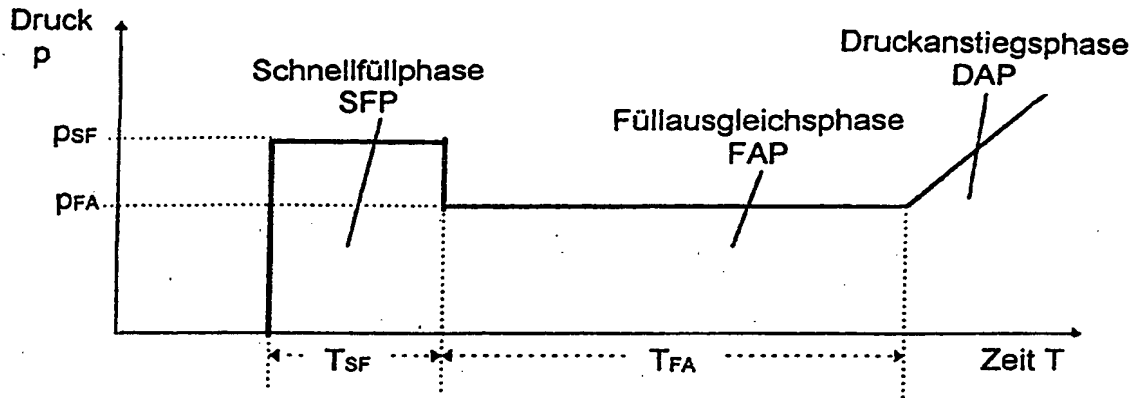


Fig. 1

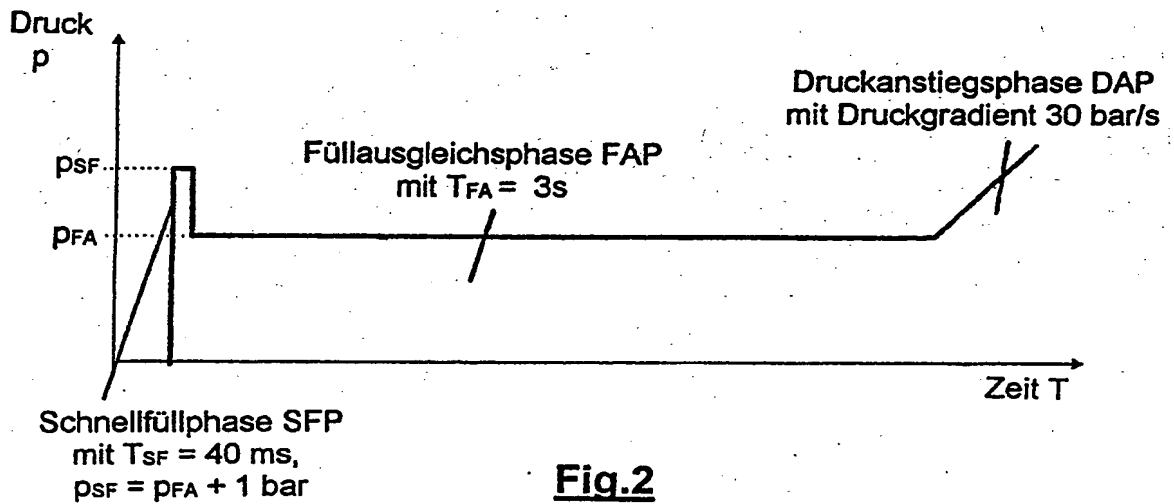


Fig. 2

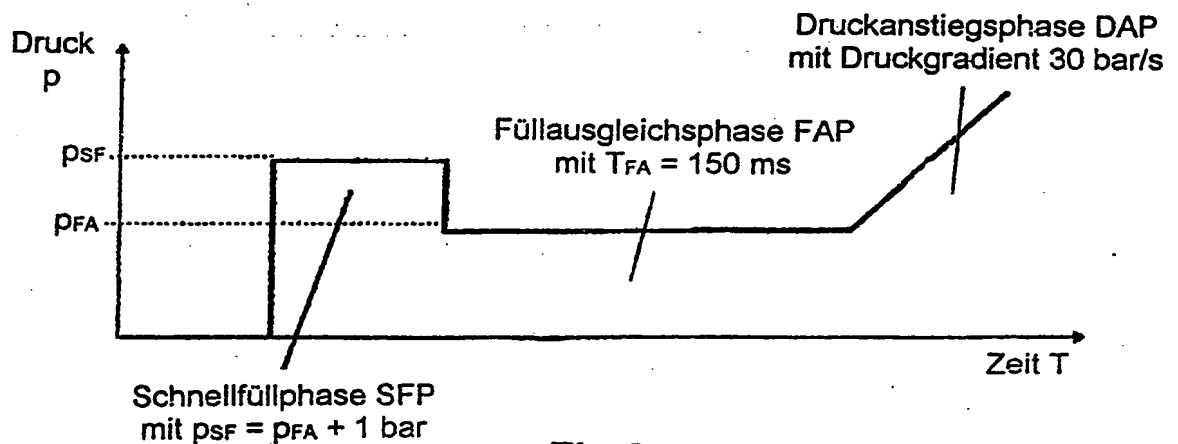


Fig. 3

Process for automatically co-ordinating the filling operation of shift elements

Patent Number: US6101438
Publication date: 2000-08-08
Inventor(s): STAIGER KAI (DE); DREIBHOLZ RALF (DE); FROTSCHER GERD (DE)
Applicant(s): ZF FRIEDIRCHSHAFEN AG (DE)
Requested Patent: DE19546292
Application Number: US19980068857 19980519
Priority Number(s): DE19951046292 19951212; WO1996EP05436 19961205
IPC Classification: F16H61/06; B65B3/26; B60K41/06
EC Classification: F16H61/06E
Equivalents: EP0866930 (WO9721943), B1, JP2000501822T, WO9721943

Abstract

PCT No. PCT/EP96/05436 Sec. 371 Date May 19, 1998 Sec. 102(e) Date May 19, 1998 PCT Filed Dec. 5, 1996 PCT Pub. No. WO97/21943 PCT Pub. Date Jun. 19, 1997A process is proposed for automatically coordinating the filling and feeding operation of hydraulically operated and hydraulically or electronically individually commanded shift elements. The filling and feeding operation is divided into a rapid filling phase and a filling equalization phase and has as parameters at least one rapid filling period, one rapid filling pressure, one filling equalization period and one filling equalization pressure. To optimize said parameters two of the four are preset and for the other two, an optimal value is determined for the first parameter to be optimized on the basis of a preset, time-dependent pressure curve in which a pressure increase phase follows the rapid filling phase and equalization phase. To this end, based on an initial value presettable in each case, the first parameter is gradually adjusted until a speed change occurs at or before the start of the pressure increase phase. For the other parameter to be optimized, at the optimal value of the first parameter to be optimized and based on the respective presettable initial value, said parameter is gradually changed until a speed change occurs before or at least approximately simultaneously with the start of the pressure increase phase.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: SBV-10656

SERIAL NO: _____

APPLICANT: E. BOTHE ET AL

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100